

المجموعة العلمية للصغار

الضوء

عالم
الفلك



مراجعة

أحمد عبد الله فرهود

إعداد الدكتور

محمد حسني مصطفى

جميع الحقوق محفوظة لدار القلم العربي بحلب ولا يجوز إخراج هذا الكتاب أو أي جزء منه
أو طباعته ونسخه أو تسويله إلا بإذن مكتوب من الناشر .



منشورات

دار القلم العربي بحلب

جميع الحقوق محفوظة

الطبعة الأولى

١٤١٩ هـ - ١٩٩٩ م

عنوان الدار

سورية - حلب - خلف الفندق السياحي

شارع هدى الشعراوي

هاتف : ٢٢١٣١٢٩ ص.ب. : ٧٨ / فاكس : ٢٢١٢٣٦١ ٢١ - ٠٠٩٦٣

عالم الفلك

(٥)

« الضَّـمُّوعُ »

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿ الْحَمْدُ لِلَّهِ الَّذِي خَلَقَ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضَ وَجَعَلَ الظُّلُمَاتِ وَالنُّورَ ﴾

الأنعام ١

﴿ هُوَ الَّذِي جَعَلَ الشَّمْسَ ضِيَاءً وَالْقَمَرَ نُورًا ﴾

يونس ٥

﴿ قُلْ هَلْ يَسْتَوِي الْأَعْمَى وَالْبَصِيرُ أَمْ هَلْ تَسْتَوِي الظُّلُمَاتُ وَالنُّورُ ﴾

الرعد ١٦

﴿ أَلَمْ تَرَوْا كَيْفَ خَلَقَ اللَّهُ سَبْعَ سَمَاوَاتٍ طِبَاقًا ﴾

﴿ وَجَعَلَ الْقَمَرَ فِيهِنَّ نُورًا وَجَعَلَ الشَّمْسَ سِرَاجًا ﴾

نوح ١٥ - ١٦

﴿ اللَّهُ نُورُ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ مِثْلُ نَوْرِهِ كَمِشْكَاةٍ فِيهَا مِصْبَاحٌ الْمِصْبَاحُ

فِي زُجَاجَةٍ الزُّجَاجَةُ كَأَنَّهَا كَوْكَبٌ دُرِّيٌّ يُوقَدُ مِنْ شَجَرَةٍ مُبَارَكَةٍ زَيْتُونَةٍ لَا شَرْقِيَّةٍ وَلَا غَرْبِيَّةٍ يَكَادُ زَيْتُهَا يُضِيءُ وَلَوْ لَمْ تَمْسَسْهُ نَارٌ نُورٌ عَلَى نَورٍ يَهْدِي اللَّهُ لِنُورِهِ مَنْ يَشَاءُ وَيَضْرِبُ اللَّهُ الْأَمْثَالَ لِلنَّاسِ وَاللَّهُ بِكُلِّ شَيْءٍ عَلِيمٌ ﴾

النور ٣٥

﴿ وَهُوَ الَّذِي خَلَقَ اللَّيْلَ وَالنَّهَارَ وَالشَّمْسَ وَالْقَمَرَ كُلٌّ فِي فَلَكٍ يَسْبَحُونَ ﴾

الأنبياء ٣٣

﴿ وَآيَةٌ لَهُمُ اللَّيْلُ نَسْلَخُ مِنْهُ النَّهَارَ فَإِذَا هُمْ مُظْلَمُونَ ﴾

يس ٣٧

﴿ قُلْ أَرَأَيْتُمْ إِنْ جَعَلَ اللَّهُ عَلَيْكُمُ اللَّيْلُ سَرْمَدًا إِلَى يَوْمِ الْقِيَامَةِ مَنْ إِلَهٌ غَيْرُ

القصص ٧١

اللَّهُ يَأْتِيكُمْ بِضِيَاءٍ أَقْلًا تَسْمَعُونَ ﴾

الضوء من أبرز عناصر الطاقة

لعلَّ الضوء أهمُّ عناصر الطاقة ، لا لتوقُّفِ الإبصارِ عليه فحسب ، ولكن لأنَّ حياةَ النباتِ كلها متوقِّفة عليه ، وعلى حياةَ النباتِ تتوقَّف حياةُ الحيوانِ .

خواصّ الضَّوء

١- خفاء الضَّوء :

مما ينبغي التنبُّه إليه أن الضَّوء نفسه لا يُرى ، وإنما الذي يُرى هو الأشياء التي تعكسه . ولو لم يكن على سطح الأرض وفي الجوِّ ما يعكس ضوء الشمس لما كان هناك نهارٌ .

ذلك أن الضَّوء ما هو إلا اهتزازاتٌ أثرية ، والأثير نفسه لا يُرى . ولو تصوَّرَ الإنسان أنه صعد في النهار حتى خرج عن جوِّ الأرض ، وفارقَ غلافها الهوائيَّ لوجدَ نفسه في ظلامٍ حالكٍ أمام جسمٍ مُنيرٍ هو الأرض ، ولرأى الغلافَ الهوائيَّ بادياً كما يبدو مسار الضوء إذا دخل من كوةٍ في قاعةٍ مظلمة ؛ لأنعكاسِ الضَّوء عن الهباء الذي فيه .

وإذا فالإنسان لا يرى ضَوْءاً ولكن يرى مُضيئاً ، فكأن كلَّ جسمٍ مرئيٍّ هو إلى حدٍّ ما جسمٌ مُضيئٌ . إلا أن الأجسامَ المُرئية تنقسمُ إلى ما هو مُضيئٌ بذاته ، وهو الذي تتولَّد الأشعةُ فيه ، كالشمس ، وكلُّ جسمٍ محترق ، ومضيئٍ بالوساطة ، وهو الذي لا يتولَّد منه ضَوْءٌ ، وإنما يأتيه الضوء من غيره ، ثم ينعكس عنه .

٢- استقامة مسير الضَّوء :

لا يسير الضوء في الوسط المتجانس إلا بخطٍّ مستقيم . ويُرادُّ بالوسط المتجانس كلُّ وسطٍ شفافٍ متشابهٍ الأجزاء كالهواء والماء والزجاج . ولاستقامة مسير الضوء نتائجُ عدَّة :

أ- النتيجة الأولى اختفاء المضيء إذا قام بينه وبين العين جسم يحول بين أشعته وبين الوصول إلى العين عن طريق مستقيم .

ب- ومن نتائج استقامة مسير الضوء الظلال . والظل هو مكان خالٍ من الضوء في سطح مُضاء ، وخلوّه راجع إلى وقوع الأشعة على جسمٍ حاجبٍ في طريقها إليه ^(١) .

وظلال الأجسام تدور على سطح الأرض بدوران الشمس الظاهري في السماء من المشرق إلى المغرب ، وتختلف مواضعها لا باختلاف ساعات النهار فحسب ، ولكن أيضاً باختلاف الفصول .

هذا الظل الدائر الذي ينسخُ مواقع أشعة الشمس يُسمى فيثاً . فهو إذا جُرد عن حركته ظلٌّ . وإذا لوحظت فيه حركته فهو فيءٌ . وظليته المجردة راجعة إلى مقدرة الأجسام على حجب أشعة الشمس ، وإلى استقامة هذه الأشعة .

وفيئته أو حركته الظلية راجعة في صميمها إلى حركة الأرض حول نفسها أمام الشمس .

والأمران لا يقعان إلا طبقَ قوانينٍ مقدرة ، وإليهما جميعاً تَلَفِتُ الآيةُ الكرمية : ﴿ أَوَلَمْ يَرَوْا إِلَى مَا خَلَقَ اللَّهُ مِنْ شَيْءٍ يَتَفَيَّأُ ظِلَالُهُ عَنِ الْيَمِينِ وَالْشَّمَائِلِ سُجُودًا لِلَّهِ وَهُمْ دَاخِرُونَ ﴾

سورة النحل ٤٨

(١) على أن الظل الحالكَ نادر ، إذ غالباً ما ينعكس الضوء إلى الظل من الأجسام المجاورة ، أو ينكسر الضوء إلى الظل بواسطة الهواء .

وإلى الحركة النسبية بين الأرض والشمس ، وما تلحقه بالظلّ من تغيّر
لفتت آيتا الفرقان : ﴿ ألم تر إلى كيف مَدَّ الظلّ ولو شاء لجعله ساكناً ثم
جعلنا الشمس عليه دليلاً . ثم قبضناه إلينا قبضاً يسيراً ﴾ الفرقان ٤٥-٤٦

٣- انعكاس الضوء :

وهو ارتداده عن السطوح المصقولة طبق قانون خاص . ويشترط في
السطح المصقول خلوه من التواءات ، وأن يكون بَرَّاقاً .

وقانون الانعكاس ذو شطرين :

الشَّطْرُ الأوّل : أن الشعاع الساقط والشعاع المنعكس ، والعمود على
السطح العاكس من نقطة الانعكاس ، تقع كلها في مستوى واحد .
والشَّطْرُ الآخر : أن زاوية السقوط تساوي زاوية الانعكاس .

٤- انكسار الضوء :

ينكسر الضوء عن مسيره إذا خرج من وسط إلى وسط ، وقانون
الانكسار ذو شطرين أيضاً :

الأوّل : أن الشعاع الساقط والشعاع المنكسر والعمود على السطح
الفاصل بين الوسطين عند نقطة الانكسار تكون كلها في مستوى
واحد .

والآخر أن الانكسار يكون نحو العمود في الوسط الأكثف ، وبعيداً عن
العمود في الوسط الأخف .

الموقع الظاهري للكواكب

يكسر الهواء الضوء حين يدخل إليه من فراغ ما وراء الطبقة الجوّية . ولما كانت الطبقة الهوائية تزداد كثافتها شيئاً فشيئاً بالاقتراب من سطح الأرض ، فإنّ الضوء يزداد انكساره نحو الأرض شيئاً فشيئاً يبالغه في الطبقة الهوائية . وهنا لا تميز العين الانكسار ، فيبدو المضيء من كوكب أو قمر أو شمس أنه أعلى في السماء مما هو في الواقع ، لأن العين تبصره وكأنه واقع على استقامة الأشعة الواصلة إليها . وتسمى الزاوية التي يكون بها الموقع الظاهري أعلى من الموقع الحقيقي للكوكب بالانكسار الفلكي .

هذا الانكسار الفلكي ينمحي إذا كان الكوكب في السمّت ، أي فوق الرأس ، لأنّ الأشعة تكون عندئذ عمودية ، فلا انكسار . فإذا مال الكوكب عند السمّت ازداد الانكسار الفلكي ، ويبلغ أقصى مداه عند الأفق في الشروق أو في الغروب .

إن الفرق بين الموقع الظاهري والموقع الحقيقي للقمر أو الشمس عند الأفق في الشروق أو الغروب يكون كبيراً إلى حدّ يجعلنا نرى الشمس والقمر قبل شروقهما الحقيقيّ ، وبعد غروبهما .

فإذا بدت لنا الشمس عند الغروب كأن قرصها أخذ يتوارى وراء الأفق تكون الشمس في الحقيقة قد تمّ توارّيها وتمّ غروبها ، وإنّما نظّل نراها لانكسار الأشعة المصعّدة في الجو ، فتصل إلى العين بوساطة فعل الغلاف الهوائي الأرضي .

وهذه الظاهرة ذات علاقة بتحديد مواعيد الإفطار في رمضان .

فَالَّذِي يَظَنُّ أَنَّ قَرَصَ الشَّمْسِ الْبَادِي بَعْدَ الْغُرُوبِ هُوَ عَيْنُ الشَّمْسِ يُؤَخَّرُ
إِفْطَارَهُ ، مَعَ أَنَّ الْوَقْتَ دَخَلَ .

السَّفَرُ

هُوَ بَقِيَّةُ ضَوْءِ النَّهَارِ الَّذِي نَبْصَرُهُ بَعْدَ غُرُوبِ الشَّمْسِ ، وَقَبْلَ هُجُومِ
الظُّلَامِ . وَهَذَا رَاجِعٌ إِلَى تَأْثِيرِ الطَّبَقَةِ الْهَوَائِيَّةِ الْجَوِّيَّةِ ، فَهِيَ تَكْسِرُ إِلَى سَطْحِ
الْأَرْضِ مَا يَدْخُلُهَا مِنْ أَشْعَةِ الشَّمْسِ بَعْدَ الْغُرُوبِ ، وَمَا فِيهَا مِنَ الْغُبَارِ وَالْبَخَارِ
يَشْتَتُ تِلْكَ الْأَشْعَةَ هُنَا وَهُنَاكَ فَيُبْصِرُ النَّاسُ إِلَى أَنْ يَنْقَطِعَ الضَّوْءُ الدَّاخِلُ جَوْ
الْأَرْضِ بِابْتِعَادِ الشَّمْسِ بُعْدًا كَافِيًا عِنْدَ الْإْفْقِ .

وَمِثْلُ السَّفَرِ فِي ذَلِكَ الْفَجْرُ ثُمَّ الصَّبَاحُ .
لَكِنِ الْكَوَاكِبُ الَّتِي لَاجِئُهَا - كَالْقَمَرِ - لَا سَفَرَ فِيهَا ، وَلَا فَجْرَ ،
وَلَا صَبَاحَ : يَعْمُهَا لَيْلُهَا فَجَاءَ ، كَمَا يَعْمُهَا نَهَارُهَا فَجَاءَ ، وَلَا وَسْطَ بَيْنَ الْاِثْنَيْنِ .

ضَوْءُ الشَّمْسِ

مَنْ يَنْظُرُ إِلَى ضَوْءِ الشَّمْسِ بِحَسَبِهِ بَسِيطًا ، وَيَسْمُوهُ أَيْضًا أَوْ أَيْبُضَ مَشُوبًا
بِصُفْرَةٍ قَلِيلَةٍ . مَعَ أَنَّهُ فِي حَقِيقَتِهِ لَيْسَ بِبَسِيطٍ ، بَلْ هُوَ مَرْكَبٌ مِنْ أَضْوَاءِ ذَوَاتِ
أَلْوَانٍ مُخْتَلِفَةٍ عَلَى نَحْوِ تَبَدُّو بِهَذَا اللَّوْنِ .

هَذِهِ الْأَلْوَانُ الَّتِي تُسَمَّى بِطَيِّفِ الشَّمْسِ مَنْطُويَةٌ عَلَى : الْأَحْمَرِ ،
فَالْبَرْتَقَالِي ، فَالْأَصْفَرِ ، فَالْأَخْضَرِ ، فَالْأَزْرَقِ ، فَالْأَبْيَضِ ، فَالْبَنَفْسَجِي .
وَفَصْلُ الضَّوْءِ الْأَبْيَضِ إِلَى عُنَاصِرِهِ يُسَمَّى بِالتَّشْتِيتِ أَوْ التَّفْرِيقِ .

قوس قزح

إذا خرجت ذات يوم إلى الحقول صباحاً ، والندى لا يزال يفرّق على الأوراق ، رأيت أن أشعة من النور البهيّ تبعث من قطرات الندى في ضوء الشمس ، إذا وقفت من القطرة موقفاً خاصاً .

ولو لبثت برهة في ذلك الموقف من القطرة وحرّكت عينك قليلاً إلى اليمين أو إلى اليسار لرأيت القطرة تلمع وتتقلب في ألوان شتى ، وكلّما حرّكت رأسك إلى موضع مناسب رأيت لوناً لم تره من قبل . وكلّها لا تخرج عن ألوان الطيف ، لأنها ناشئة بالفعل عن تحلل الضوء إلى ألوانه بفعل قطرات الندى .

وقطرات الندى ليست بذعاً في هذا ، فكل قطرة مائية يخرقها شعاع تحلله ، وإذا اخترقها على زاوية مناسبة انعكست الأضواء الطيفية عن سطح القطرة الخلفي ، فإذا أصابت عين راء ظهر له طيف الشعاع . وهذا يحدث سواء أكانت القطرة على الأرض أم في الهواء .

فإذا كان الهواء مملوءاً بالقطرات كما يحدث عند المطر ، ووافق ذلك شمساً طالعة أو مُرسلة أشعتها من فُرجات السحاب ، فإن كل قطرة من قطرات المطر يصيها شعاع من الشمس تُفرّقه إلى ألوانه .

والقطرات الواقعة على دوائر خاصة مُتحدة المركز في الجو تبدو طيوفها الجزئية متجاورة متلاصقة ، وتكون على شكل قوس يقابل الدائرة التي تجمع مواقع القطرات في الجو .

هذا القوس أو الطيف الكلي للأشعة الساقطة على دائرة قطرات الماء هو الذي يراه الناس أحياناً ويسمونه قوس قزح .

وشرط رؤيتنا لقوس قزح أن تكون الشمس خَلْفَنَا ، ويتوقف شكل القوس الذي نراه على ارتفاع الشمس ، فإذا كانت الشمس عند الأفق بدا القوس نصف دائرة ، وإذا كانت فوق الأفق بقليل بدا أقل من ذلك ، حتى إذا بلغ ارتفاع الشمس (٤٢°) اختفى القوس . فالقوس لا يمكن رؤيته إذا كان ارتفاع الشمس (٤٢°) أو أكثر .

حُمْرَةُ الشَّفَقِ

تَرْجِعُ حُمْرَةُ الشَّفَقِ إلى تفريق الضوء بقطرات الماء الدقيقة في الهواء ، وقلة انكسار اللون الأحمر وما إليه ، وأشعة الشمس تبعث في هذه الحالة من تحت الأفق .

واللون الشفق قد تضرب عَقَبَ الغروب إلى الخضرة أو البنفسجية . لكن اللون الأحمر هو الغالب .

هذا إذا كان في الغرب شيء من السحاب ، أما إذا لم يكن فحُمْرَةُ الشَّفَقِ ترتدُّ إلى الغبار والهباء الدقيق المنبثين في الهواء . هذا الهباء يغلب أن يكون قُطْرُ واحدته صغيراً بالنسبة إلى طول الموجة الحمراء ، كبيراً بالنسبة لطول الموجة الزرقاء فما فوقها .

فإذا مرَّت الأشعة في طبقات الجو العليا بعد الغروب بهذا الهباء فإن الضوء الأحمر يمر عليه غير متأثر به ، بينما تنقسم الأشعة الخضراء والزرقاء والبنفسجية إلى موجبات تشتتت هنا وهناك في السماء . وتكون النتيجة أن الضوء الشمسي يصفيه هباء والغبار من الأزرق وما إليه ، فلا يصل إلى الأرض

بالانكسار أو الانعكاس في الجو إلّا الأحمر وما دانه . أما الأخضر فأحياناً يختفي وأحياناً يرى كما قد تُشاهدُ بعضه في الشفق بعد الغروب بقليل .

حُمْرَةُ الشَّمْسِ فِي الشَّرُوقِ وَالْغُرُوبِ

سببُ هذه الحمرة أن الأشعةَ التي تخترقُ الجو في هذين الوقتين تُصَفَّى من أكثر عناصرها الضوئية الصغيرة الموجة ، بحيث يغلب على ما يصل منها إلى الأرض ما كان كبير الموجة كالأحمر والبرتقالي .

وتصفية الأشعة من الزرقاء والبنفسجية وما إليهما راجع إلى شيئين :

الأوّل : قَلَّةُ الأشعة الواصلة إلى سطح الأرض في ذينك الوقتين .

والآخر : عِظَمُ المسافة الهوائية التي تخترقها تلك الأشعة القليلة الشديدة الميل .

زُرْقَةُ السَّمَاءِ

ترجع زُرْقَةُ السماء إلى أن الضوء الأزرق والبنفسجي المتشتت بفعل الهباء ودقيق بخار الماء بالصورة السائلة يصل بعضه إلى الأرض ، وما يصل منه إلى أعلى الجو بالتشتت أو الانكسار ينعكس إلى الأرض مرةً أخرى انعكاساً كلياً من الطبقات الهوائية العلوية المخلخلة ، فتبدو السماء زرقاء .

وهذا سببُ زُرْقَةِ السَّمَاءِ بالنهار ، وطرفي الليل ، أما زُرْقَتُها وسطَ الليل فلاضواء الكواكب علاقةً كبيرةً بها .

طبيعة الضوء وسرعته

للعلماء في طبيعة الضوء نظريتان ، إحداهما تقول إنه جسيمات غاية في الدقة تامة للرونة .

والأخرى تقول إنه موجات مستعرضة بالغة الصغر تقوم بالأثير .
وسرعة الضوء ١٨٦٠٠٠ ميل في الثانية أو ٣٠٠٠٠٠ كم/ثا .

كيف يصدر الضوء ؟

إذا طبقنا طاقة خارجية (تيار كهربائي) على جملة ذرية (مصباح كهربائي مثلاً) فسيحدث تسخين للذرات تلك الجملة (ذرات سلك المصباح) وستمتص كل ذرة ^(١) مقدار محدّد من الطاقة المطبقة . وما تلك المقادير المحددة من الطاقة سوى الفوتونات الواردة التي تُثار بها الذرة مؤدية إلى انتقال بعض الكترونات من مداراتها الطبيعية إلى مدارات أخرى أو أعلى منها . ويعود بعد فترة وجيزة كل الكترونات إلى مداره الطبيعي مُطلقاً الطاقة التي امتصّها بشكل فوتون ضوئي ذي لون محدّد.

وتشكّل محصلة الأضواء ذات الألوان المختلفة الصادرة عن مختلف الألكترونات النشطة حزام الضوء العادي .

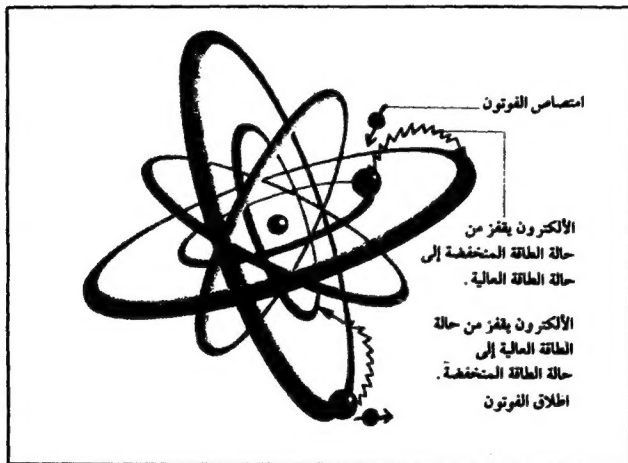
(١) كل عناصر الكون المادية تنقسم إلى قطع ، وكل قطعة يمكن أن تُقسم كذلك إلى ما هو أصغر منها حتى نصل إلى الجزيء . وجزيء أي مادة يحتوي على خواص مادته الأم التي أتى منها ، وحجم الجزيء صغير جداً لا يتصوره ذهن ، لأن غرامين من غاز الهيدروجين يحتويان على مليون بليون بليون (١٠^{٢١}) جزيء من غاز الهيدروجين .

وإذا فككنا الجزيء إلى القطع الأساسية البنوية المكوّنة له توصّلنا إلى ما يُدعى بالذرات .
فالذرات هي القطع البنوية الأساسية في تركيب جميع المواد في مسائر الكون . وهي من الصغر بحيث إن نقطة واحدة مكتوبة بقلم رصاص على قطعة ورق تحتوي عدداً من الذرات تفوق عدد سكان الأرض من البشر . ومعروف أن الذرة تتكوّن من نواة ، فيها بروتونات ونيوترونات . ويدور حول النواة جسيمات عنصرية غاية في الصغر والدقة هي الألكترونات .

ويتحدّد لون كل فوتون صادر بأرقام المدارات التي يقفز بينها
الالكترونون ، لأن لكل مدار طاقة معينة .

والفرق الطاقي (Δ قد) بين سويتين هو طاقة الفوتون الصادر . أي :

$$\Delta \text{ قد} = \text{قد (٢)} - \text{قد (١)} = \text{ثابت} \times \text{التردد (ن)} .$$



إصدار الذرة للضوء

الفوتونات

يسير الضوء مثل قطار من الأمواج ، وأحياناً يسير أو قل يتدقّق مثل وابلٍ من الجسيمات ، ومثال هذا التدقّق عندما يصطدم الضوء بجليّة كهروضويّة تقوم بقذف الكترون من سطحها المعدني ، فإن هذه الحزمة الضوئية تحتوي على نبع فياض أو نهر من الجسيمات الضوئية الصغيرة ، وكل جسيم من تلك الجسيمات يصطدم بالسطح وتتركز طاقته في نقطة الاصطدام وسيؤدي الاصطدام مع الألكترون الموجود في تلك النقطة إلى اقتلاعه وقذفه خارج تلك النقطة من السطح .

هذا إذا كانت طاقة الفوتون تساوي طاقة ارتباط الألكترون بمداره ، عندئذ تكون سرعة الألكترون المقتلع صغيرة .
أما إذا كانت طاقة الفوتون أكبر من طاقة ارتباط الكترون بمداره عندئذ تكون سرعة الألكترون المقتلع صغيرة .
أما إذا كانت طاقة الفوتون أكبر من طاقة ارتباط الكترون بمداره فإن الفرق بينهما يكتسبه الألكترون على شكل طاقة حركية ينطلق بها .
وهكذا تكون سرعة انطلاق الألكترون تابعة لطاقة الفوتون الوارد .
فكلّما كان الفوتون عالي التردد كانت طاقته أعلى ، وكانت الألكترونات المقتلعة به أنشط .

هذه الجسيمات الضوئية السابق ذكرها هي التي تدعى بالفوتونات .
وتنتشر الفوتونات بسرعة الضوء ، ولها طاقات تعتمد على أطوال موجاتها ، فكلّما كانت الفوتونات ذات موجه أقصر كانت طاقتها أكبر .

وزن الفوتون

هذه الجُيُينات الصغيرة جداً التي يتشكل منها الضوء ، لايزيد وزن إحداها على 10^{-37} من الميليغرام . أي جزء من عشرة مضروبة بنفسها (٢٧) مرة . (واحد من عشرة قوة ٢٧) .
وبتعبير آخر وزن الميليغرام الواحد يساوي الرقم (١) وعلى يمينه (٢٧) صفراً .

تغير اللون مع شدة الحرارة

قال ﷺ فيما رواه الترمذي وابن ماجه عن أبي هريرة رضي الله عنه :
((أوقد على النار ألف سنة حتى احمرت ، ثم أوقد عليها ألف سنة حتى ابيضت ، ثم أوقد عليها ألف سنة حتى اسودت . فهي سوداء مظلمة)) .
لو أتينا بقطعة حديد ، وسخّناها ، فإنها تحمرُّ ، فإذا زدنا التسخين ، غدت بيضاء ، سيّالة ، وإذا زدناه أيضاً أضعافاً فإن الإشعاع يأخذ بالميل إلى الاسوداد ، ثم يتبخّر .
وإذا استطعنا أن نحفظ بالأبخرة في مكان محصور ثم رفعنا حرارتها فإنها تسود لأن الإشعاع يسود في الحرارة العالية .
وكلّما ارتفعت الحرارة زاد الاسوداد .

وصدق عليه الصلاة والسلام .